<table>
<tr><td rowspan="3">Ingeniaritza Goi Eskola Teknikoa
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Bilbao

eman ta zabal zazu

Universidad del país vasco
Euskal herriko unibertsitatea</td><td>AUTOMÁTICA Y CONTROL</td><td>Curso: 2014/2015
29/Noviembre/2014</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Nombre ____________________
Izena
1ºApellido____________________
1 Deitura
2º Apellido____________________
2 Deitura</td><td>Tiempo:
1 h 30 m</td></tr>
<tr><td>Grupo
Taldea</td></tr>
</table>

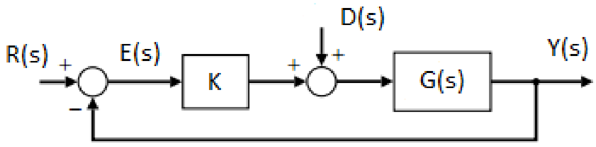
ESTE EXAMEN PARCIAL CONSTITUYE EL 15% DE LA NOTA FINAL.

LAS CUESTIONES RESPONDIDAS CORRECTAMENTE PUNTÚAN +1. LAS INCORRECTAS Y LAS NO CONTESTADAS, 0 PUNTOS.

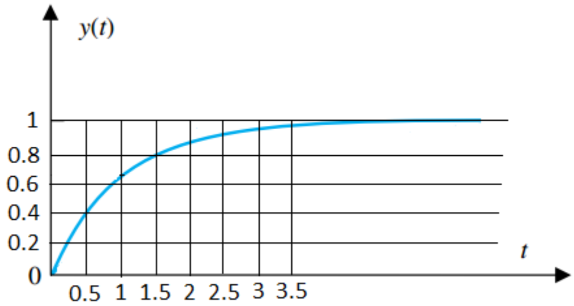
ES IMPRESCINDIBLE RODEAR CON UN CÍRCULO LA OPCIÓN ELEGIDA (A, B, C, D) JUSTIFICANDO ADECUADAMENTE DICHA ELECCIÓN. PARA ELLO TODAS LAS CUESTIONES LLEVAN UN RECUADRO EN BLANCO A CONTINUACIÓN, DONDE LLEVAR A CABO LOS CÁLCULOS MÁS RELEVANTES.

EJERCICIO 1

Sea el siguiente sistema realimentado,



donde la respuesta de un sistema $G(s)$ a una entrada escalón de amplitud 2 es,



CUESTIÓN 1.- ¿Cuál es el error estacionario a una entrada de referencia rampa de pendiente 0.5?

A) $e_{ss} = \dfrac{2K}{1+0.5K}$

B) $e_{ss} = 0$

C) $e_{ss} = \infty$

D) $e_{ss} = \dfrac{K}{1+0.5K}$

OPCIÓN C)

Del gráfico de la respuesta a entrada escalón de amplitud 2 se puede identificar la función de transferencia. El sistema responde como uno de primer orden.
Identificación:

$$\left.\begin{array}{r} K = \dfrac{\Delta y}{\Delta u} = \dfrac{1}{2} = 0.5 \\ y_{63} = 0.63 \cdot 1 \rightarrow t_{63} = \tau = 1\ seg \end{array}\right\} \rightarrow G(s) = \frac{0.5}{s+1}$$

El sistema realimentado es de tipo 0 (no tiene polos en el origen), por lo que no es capaz de seguir a una entrada de referencia R(s) rampa de pendiente 0.5, es decir, el error a entrada rampa es infinito.

CUESTIÓN 2.- ¿Para K = 2, cuál es el error estacionario a una entrada escalón unitario tanto en la entrada de referencia como en la perturbación?

A) $e_{ss} = 0$

B) $e_{ss} = \infty$

C) $e_{ss} = 1.5$

D) $e_{ss} = 0.25$

OPCIÓN D)

El sistema es de primer orden y estable para todo valor de K, por lo que se puede calcular el error en estado estacionario aplicando el teorema del valor final. Siendo el sistema lineal, el error a cambios en las entradas de referencia y perturbación será la suma del error a cada entrada. Es decir, $e_{ss} = e_{ssr} + e_{ssd}$.

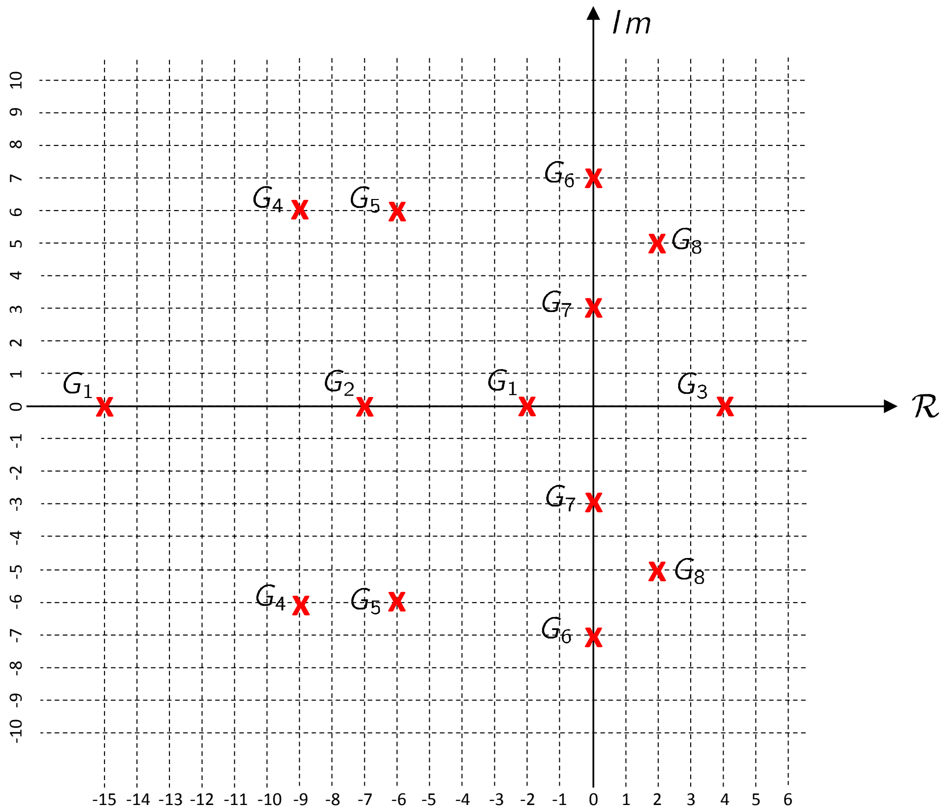
Como el sistema es de tipo 0, presentará error a entrada escalón en la referencia, de valor normalizado:
$e_p = \frac{1}{1+Kp}$ y $Kp = \lim_{s\to 0} G(s)H(s) = \lim\limits_{s\to 0} \frac{0,5K}{s+1} = 0,5K$
por lo que para K=2:

$$e_{ssr} = \frac{1}{1+0,5K} = \frac{1}{2}$$

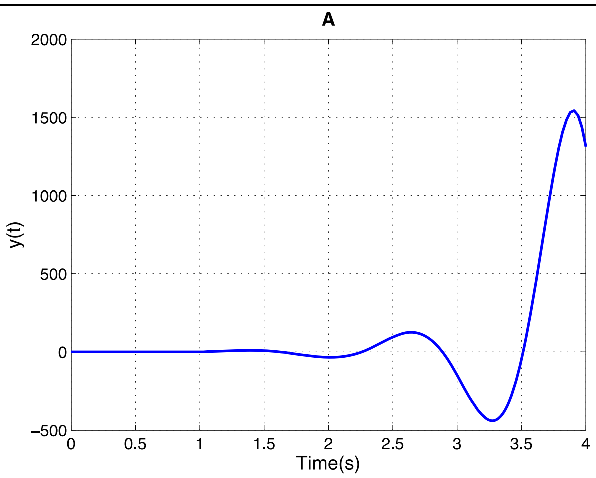
Por otra parte, el error a pertubación podrá calcularse a partir de la función de transferencia en bucle cerrado E(s)/D(s) cuando la referencia no varía:
$G_{D-E}(s) = \left.\frac{E(s)}{D(s)}\right|_{R=0} = \frac{-G(s)}{1+KG(s)}$ por lo que $e_{ssd} = \lim_{s\to 0} E(s) = \lim\limits_{s\to 0} s\frac{-G(s)}{1+KG(s)} D(s) = -\frac{1}{4}$
Por lo que $e_{ss} = e_{ssr} + e_{ssd} = \frac{1}{2} - \frac{1}{4} = \frac{1}{4}$

EJERCICIO 2

En la figura se han representado los polos y ceros de 8 sistemas diferentes:



CUESTIÓN 3.- De entre los sistemas representados en el diagrama de polos y ceros, ¿cuál corresponde a la siguiente respuesta impulso unitario aplicada en t=1s? Justifique la respuesta.



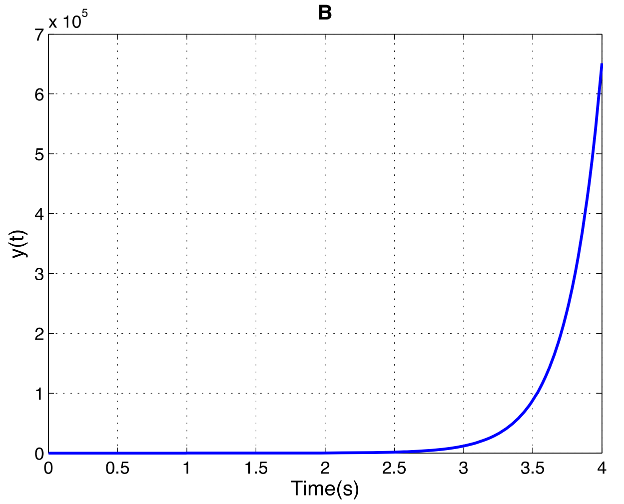
Sistema: G8

Justificación:

La respuesta es inestable, por lo tanto tiene polos en el semiplano derecho. Además presenta oscilaciones, por lo tanto, los polos son complejos conjugados con parte real positiva (las oscilaciones son debidas a la parte imaginaria).

El único sistema que cumple es G8

CUESTIÓN 4.- De entre los sistemas representados en el diagrama de polos y ceros, ¿cuál corresponde a la siguiente respuesta impulso unitario aplicada en t=1s? Justifique la respuesta.



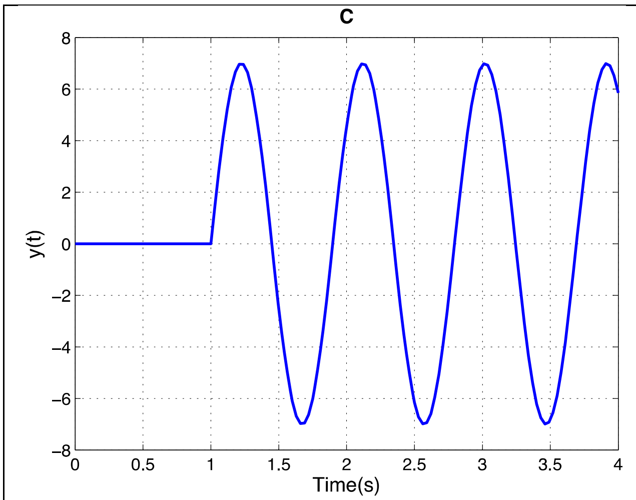
Sistema: G3

Justificación:

La respuesta es inestable, por lo tanto tiene polos en el semiplano derecho. No presenta oscilaciones, por lo tanto, los polos son reales con parte real positiva.

El único sistema que cumple es G3

CUESTIÓN 5.- De entre los sistemas representados en el diagrama de polos y ceros, ¿cuál corresponde a la siguiente respuesta impulso unitario aplicada en t=1s? Justifique la respuesta.



Sistema: G6

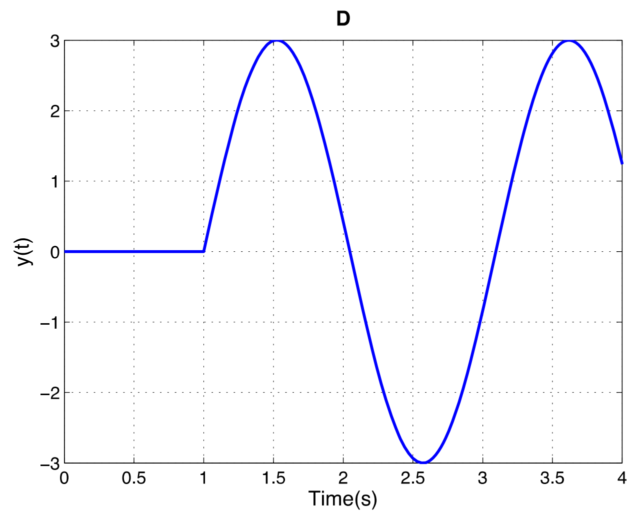
Justificación:

La respuesta es oscilatoria mantenida, por lo tanto los polos deben ser dos y estar situados sobre el eje imaginario. Existen dos sistemas que cumplen esa condición: G6 y G7.

Los polos de G6 tienen parte imaginaria más pequeña que los de G7, luego su frecuencia de oscilación ω_n es menor.

En las gráficas C y D se observa que el periodo de C es mayor que el de D, por lo que la respuesta C corresponde al sistema G6.

CUESTIÓN 6.- De entre los sistemas representados en el diagrama de polos y ceros, ¿cuál corresponde a la siguiente respuesta impulso unitario aplicada en t=1s? Justifique la respuesta.

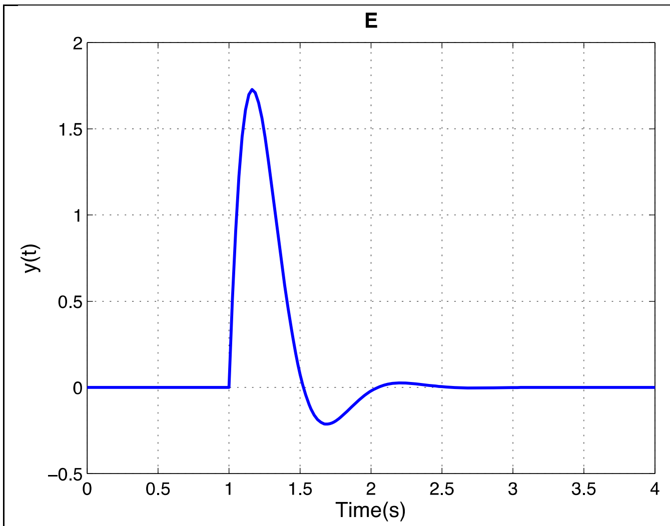


Sistema: G7

Justificación:

El mismo razonamiento hecho en el apartado anterior lleva a que la respuesta D se corresponde con los polos del sistema G7.

CUESTIÓN 7.- De entre los sistemas representados en el diagrama de polos y ceros, ¿cuál corresponde a la siguiente respuesta impulso unitario aplicada en t=1s? Justifique la respuesta.

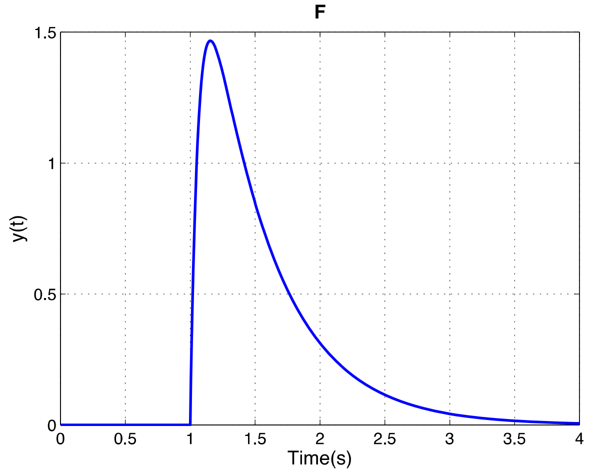


Sistema: G5

Justificación:

Se trata de un sistema estable de segundo orden y subamortiguado con $0 \leq \delta \leq 1$, por tanto tiene una pareja de polos complejos conjugados con parte real negativa.
Hay dos sistemas que cumplen esa condición: G4 y G5. Observando sus respuestas temporales se ve que G4 se establece antes que G5, por tanto la respuesta E corresponde a G5, que es más lento ya que la parte real de sus polos está situada más a la derecha.
También puede justificarse observando que la respuesta E está menos amortiguada que la H, es decir, que $\delta_E < \delta_H$. En el diagrama G5 es el sistema menos amortiguado de ambos.

CUESTIÓN 8.- De entre los sistemas representados en el diagrama de polos y ceros, ¿cuál corresponde a la siguiente respuesta impulso unitario aplicada en t=1s? Justifique la respuesta.

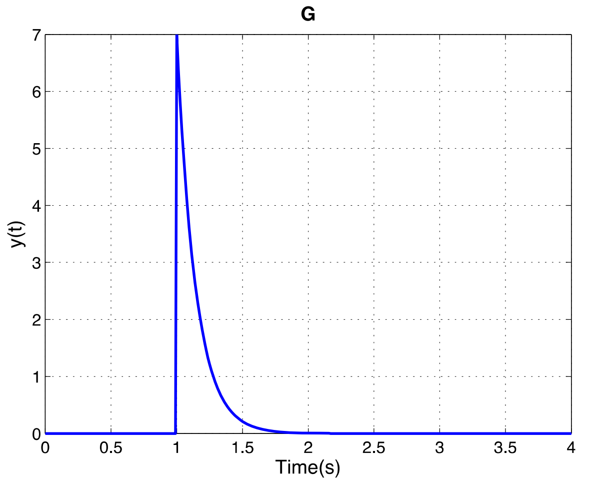


Sistema: G1

Justificación:

Se trata de la respuesta a impulso de un sistema estable de segundo orden sobreamortiguado, por lo que sus polos tendrán parte real negativa (un polo doble también podría ser). Sólo hay un sistema que cumpla la condición y es G1.

CUESTIÓN 9.- De entre los sistemas representados en el diagrama de polos y ceros, ¿cuál corresponde a la siguiente respuesta impulso unitario aplicada en t=1s? Justifique la respuesta.

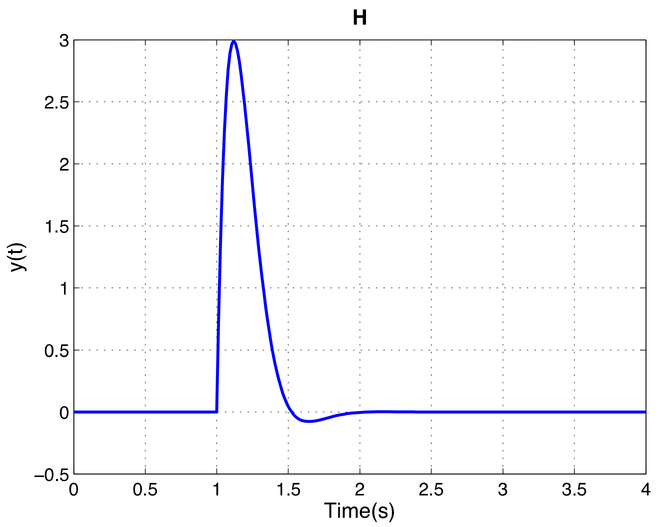


Sistema: G2

Justificación:

Se trata de la respuesta a un sistema estable de primer orden, por lo tanto tiene un polo con parte real negativa. Sólo hay un sistema que cumpla y es G2.

CUESTIÓN 10.- De entre los sistemas representados en el diagrama de polos y ceros, ¿cuál corresponde a la siguiente respuesta impulso unitario aplicada en t=1s? Justifique la respuesta.



Sistema: G4

Justificación:

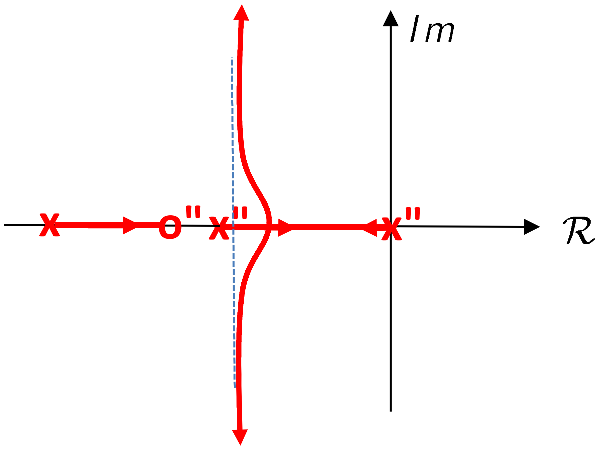
Se trata de un sistema estable de segundo orden y subamortiguado con $0 \le \delta \le 1$, por tanto tiene una pareja de polos complejos conjugados con parte real negativa.

Hay dos sistemas que cumplen esa condición: G4 y G5. Observando sus respuestas temporales se ve que G4 se establece antes que G5, por tanto la respuesta H corresponde a G4, que es más rápido ya que la parte real de sus polos está situada más a la izquierda.

También puede justificarse observando que la respuesta H está más amortiguada que la E, es decir, que $\delta_E < \delta_H$. En el diagrama G4 es el sistema más amortiguado de ambos.

EJERCICIO 3

La figura representa el Lugar de las Raíces de un sistema realimentado con ganancia K y H(s)=1.



CUESTIÓN 11.- Indique cuál de las siguientes afirmaciones es cierta

A) El sistema realimentado sigue sin error a entradas escalón y rampa

B) El sistema realimentado es estable para todo K > 0, y el e_{ss} a entrada escalón es 0

C) Existe un valor de K a partir del cual el sistema es inestable y el e_{ss} es finito

D) Todas las anteriores son falsas

OPCIÓN B)

El lugar de las raices representa cómo se mueven los polos del sistema en bucle cerrado cuando K varía de 0 a ∞. Las ramas parten de K=0 (polos en bucle abierto) y llegan a los ceros cuando K→∞, estando n-m ceros (exceso polo-cero) en el ∞.

Por tanto, del lugar de las raíces se deriva que el sistema en bucle abierto tiene un polo en el origen, por lo que el sistema realimentado es de tipo 1 y no presenta error a cambios escalón en la referencia.

Así mismo, se observa que para todo valor de K>0 los polos del sistema en bucle cerrado se encuentran en el semiplano izquierdo, por lo que el sistema es estable para K>0.

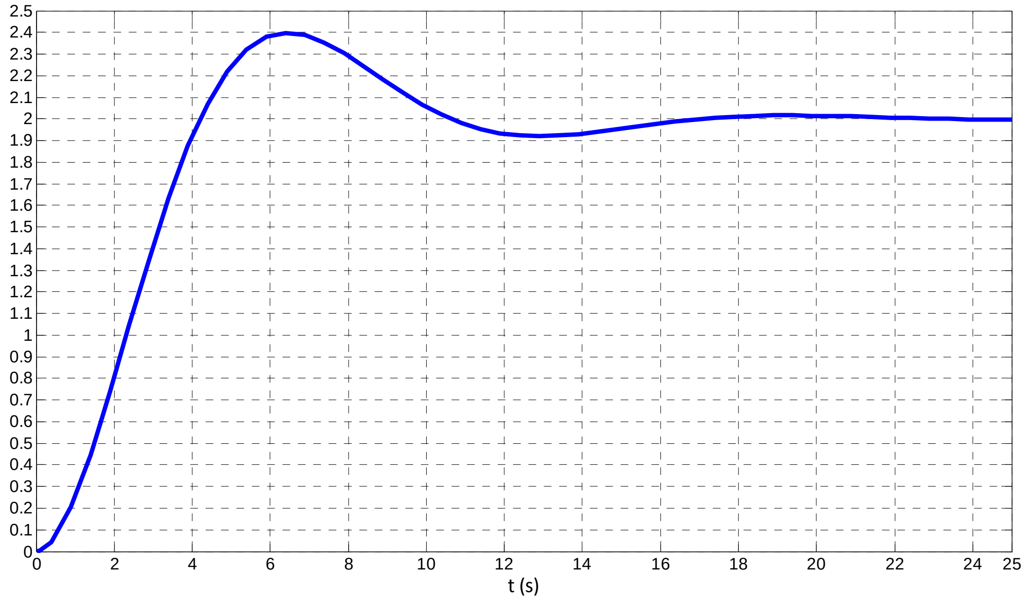
EJERCICIO 4

Se conoce la dinámica de cuatro sistemas, representadas de distinta forma.

Del sistema 1 se conoce su función de transferencia:

$$G_1(s) = \frac{5}{(1 + 0.142s)(s^2 + 2.4s + 5)}$$

Del sistema 2 se conoce su respuesta a escalón de amplitud 2:



Del sistema 3 se conoce la ecuación diferencial de E/S:

$$\frac{d^2y(t)}{dt^2} + 0.8\frac{dy(t)}{dt} + 10y(t) = 0.1\frac{dr(t)}{dt} + 0.4r(t)$$

Del sistema 4 se conoce un modelo aproximado de primer orden más tiempo muerto:

$$G_4(s) = \frac{5}{1 + 0.8s}e^{-0.6s}$$

CUESTIÓN 12.- ¿Cuáles de estos sistemas presentan un sobreimpulso $M_p \leq 25\%$?

A) G_1 y G_3

B) G_3 y G_4

C) G_1 y G_2

D) G_2 y G_3

OPCIÓN C)

➔ **Sistema G1**: sistema de tercer orden, siendo uno de sus polos real $p_1 = -7.04$. Los otros dos polos son complejos conjugados de valor, $s^2 + 2.4s + 5 = 0 \rightarrow p_{1,2} = -1.2 \pm 1.88j$, por lo que el polo real es no dominante y la respuesta será prácticamente la correspondiente a los polos complejos conjugados. Identificando δ y ω_n de la ecuación general de polos de segundo orden:

$$s^2 + 2{,}4\,s + 5 = s^2 + 2\delta\omega_n s + {\omega_n}^2$$

Por lo que: ${\omega_n}^2 = 5\,;\, 2\delta\omega_n = 2{,}4 \rightarrow \omega_n = 2{,}23\,;\, \delta = 0{,}53 \rightarrow M_p = 13{,}5\%$

SÍ CUMPLE

➔ **Sistema G2**: De la gráfica se observa que es un sistema sobreamortiguado, por tanto, del gráfico se puede obtener: $M_p = \frac{y(t_p)-y_{ss}}{y_{ss}} = \frac{2{,}4-2}{2} = 0.2 \rightarrow \boxed{M_p = 20\%}$

SÍ CUMPLE

Ya no haría falta seguir porque la respuesta correcta es C)

➔ **Sistema G3**: Aplicando la transformada de Laplace a condiciones inciales nulas se puede obtener la función de transferencia y, por tanto, los polos del sistema:

$$(s^2 + 0{,}8s + 10)Y(s) = (0{,}1s + 0{,}4)R(s) \rightarrow \quad G(s) = \frac{0{,}1(s+4)}{s^2 + 0{,}8s + 10}$$

Igualando los coeficientes con la ecuación general de polos de segundo orden, se pueden identificar δ y ω_n: ${\omega_n}^2 = 10\,;\, 2\delta\omega_n = 0{,}8 \rightarrow \omega_n = 3{,}16;\ \delta = 0{,}13 \rightarrow M_p = 67\%$

El sistema tiene un cero por lo que sería necesario analizar la influencia que tendrá en la respuesta. Ahora bien, como el cero adelanta, empeoraría la situación y el sistema sin el efecto del cero no cumple la especificación de sobreimpulso.

NO CUMPLE

➔ **Sistema G4**: Es un sistema de POMTM, y al ser un sistema de primer orden, no presenta sobreimpulso

SÍ CUMPLE

CUESTIÓN 13.- ¿Cuáles de estos sistemas presentan un tiempo de establecimiento t_s(%2) ≤ 4 s?

A) G_1 y G_3 **B)** G_1 y G_2

C) G_3 y G_4 **D)** G_1 y G_4

OPCIÓN D)

➔ **G_1**: El tiempo de establecimiento lo fijan la parte real de los polos complejos conjugados, ya que el polo real es no dominante.

$\boxed{t_{s(2\%)} = \frac{4}{\delta\omega_n} = 3{,}3s \leq 4s}$ SÍ CUMPLE

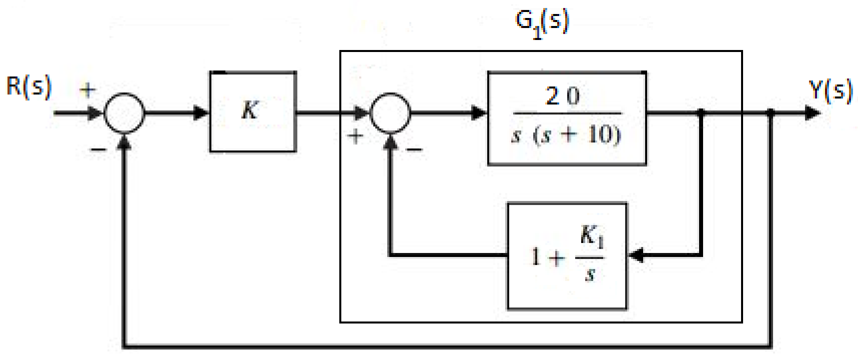
➔**G_2:**
Del gráfico se observa: $\boxed{t_{s(2\%)} > 4s}$ *NO CUMPLE*

➔**G_3:**
$\boxed{t_{s(2\%)} = \frac{4}{\delta\omega_n} = \frac{4}{0.4} = 10 > 4s}$ NO CUMPLE

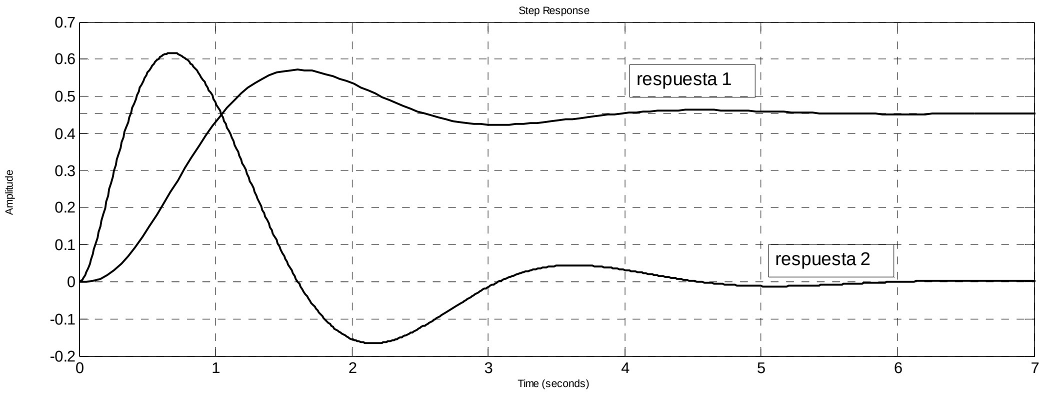
➔**G_4:**
Tiempo de establecimiento del polo: $t_{s(2\%)} = 4\tau + t_m = 3.8\ s \leq 4s$ SÍ CUMPLE

EJERCICIO 5

Dado el sistema de control:



CUESTIÓN 14.- Basándose en la figura, donde se muestran dos respuestas distintas a entrada escalón, justifique adecuadamente cuál de ellas corresponde a $G_1(s)$.



A) Respuesta 1 **B)** Respuesta 2

C) Ambas respuestas pueden ser válidas **D)** Ninguna de las dos

OPCIÓN B)

Calculamos la función de transferencia G1(s),

$$G_1(s) = \frac{\dfrac{20}{s(s+10)}}{1 + \dfrac{20}{s(s+10)}\dfrac{s+K_1}{s}} = \frac{20s}{s^2(s+10) + 20(s+K_1)}$$

Como se observa de la función de transferencia G1, se trata de un sistema de tercer orden con un derivador (un cero en el origen). Por tanto, la respuesta a entrada escalón se presenta como la respuesta a una entrada impulso, y por tanto la respuesta 2 es la correspondiente a dicho sistema.

CUESTIÓN 15.- Para K_1 = 2.2, determine el intervalo de valores de K que hacen que el sistema de control en lazo cerrado sea asintóticamente estable.

A) 0 < K < 1

B) K > 0

C) 0 < K < 0.78

D) 2.8 < K < 3.2

Calculamos la función de transferencia en BC: $G_{BC}(s) = \frac{KG_1(s)}{1+KG_1(s)}$

Ecuación característica:

$$1 + KG_1(s) = s^3 + 10s^2 + 20s(1+K) + 44 = 0$$

Aplicando el criterio de Routh-Hurwitz:

a) Condición necesaria: $\forall a_i > 0 \rightarrow K > 0$
b) Condición suficiente (los coeficientes de la primera columna de la tabla de Routh tienen que ser positivos)

Tabla de Routh:

$$\begin{array}{c|cc} s^3 & 1 & 20(1+K) \\ s^2 & 10 & 44 \\ \hline s^1 & b_1 & \\ s^0 & c_1 & \end{array}$$

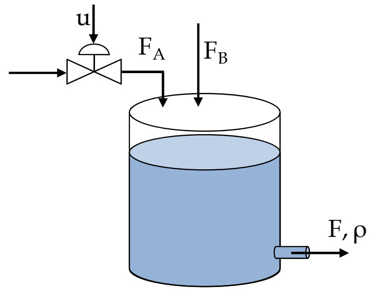
$$b_1 = \frac{1}{-10}\begin{vmatrix} 1 & 10(1+K) \\ 10 & 44 \end{vmatrix} = -0.1\big(44 - 20(1+K)\big) > 0 \rightarrow K > 0$$

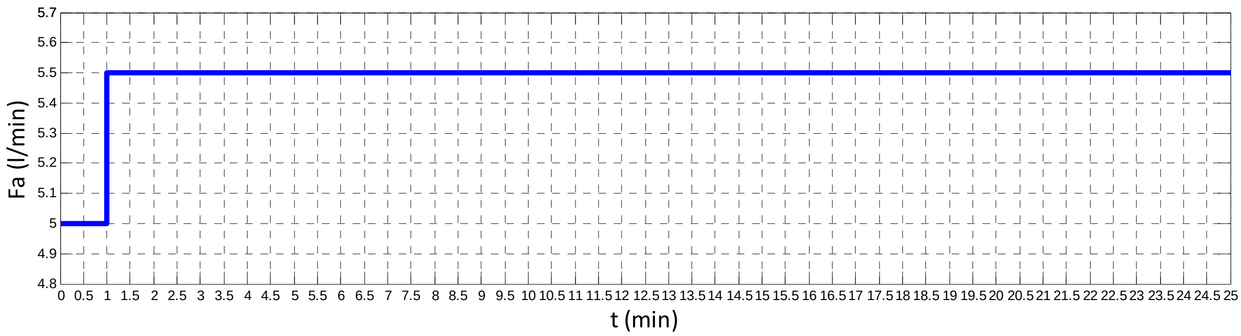
$$c_1 = 44 > 0$$

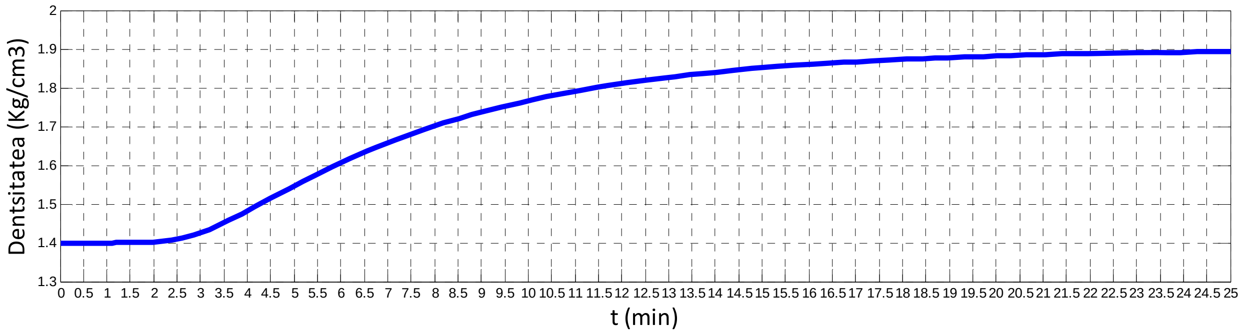
Por tanto, para que los elementos de la primera columna sean positivos se tiene que cumplir que K>0.

EJERCICIO 6

La densidad de una mezcla de dos productos A y B responde como se ilustra en la figura cuando se produce un incremento en el caudal de producto A.







CUESTIÓN 16.- Indique cuál de los siguientes puede ser un modelo aproximado del sistema:

A) $G(s) = \frac{2}{7s+1}e^{-3.5s}$

B) $G(s) = \frac{2}{4.5s+1}e^{-2.5s}$

C) $G(s) = \frac{1}{4.5s+1}e^{-3.5s}$

D) $G(s) = \frac{1}{4.5s+1}e^{-2.5s}$

OPCIÓN D)

De la gráfica se observa que la variación escalón en la entrada se produce en t=1s.

Aplicando el método de los dos puntos:

$y_{63} = (1.9 - 1.4)0.63 + 1.4 = 1.715 \rightarrow t_{63} = 8 - 1 = 7s$

$y_{28} = (1.9 - 1.4)0.28 + 1.4 = 1.54 \rightarrow t_{63} = 5 - 1 = 4s$

De esta forma los parámetros del sistema de POMTM,

$$K = \frac{\Delta y}{\Delta u} = \frac{0.5}{0.5} = 1$$
$$\tau = 1.5(t_{63} - t_{28}) = 4.5s$$
$$t_m = t_{63} - \tau = 2.5\ seg$$

La electroválvula que regula el caudal de entrada de producto A $F_A(t)$ (l/min) se rige por la ecuación:

$$\frac{dF_A(t)}{dt} + 12\sqrt{F_A(t)} = 0.2u(t)$$

donde u(t) (%) es la señal de apertura dada a la válvula, y su valor en el punto de operación es del 50%.

CUESTIÓN 17.- ¿Cuál de los siguientes modelos sería el más adecuado para modelar la válvula?

A) $G(s) = \frac{0.45}{s+22,5}$

B) $G(s) = \frac{0.2}{s+7,2}$

C) $G(s) = \frac{0,2}{1+7,2s}$

D) ninguna de las anteriores

OPCIÓN B)

En el punto de operación $u_0 = 50\%$. El punto de operación cumple la ecuación estática,

$$12\sqrt{F_{A0}} = 0.2u_0 \rightarrow F_{A0} = 0.6944 \text{ l/min}$$

Al estar en un PO, linealizamos alrededor de dicho PO, aplicando el desarrollo de Taylor:

$$f\left(\frac{dF_A(t)}{dt}, F_A(t), u(t)\right) = \frac{dF_A(t)}{dt} + 12\sqrt{F_A(t)} - 0.2u(t) = 0$$

$$f\left(\frac{dF_A(t)}{dt}, F_A(t), u(t)\right) \approx \left.\frac{\partial f}{\partial \dot{F}_A}\right|_{OP} \Delta\frac{dF_A(t)}{dt} + \left.\frac{\partial f}{\partial F_A}\right|_{OP} \Delta F_A(t) + \left.\frac{\partial f}{\partial u}\right|_{OP} \Delta u(t) = 0$$

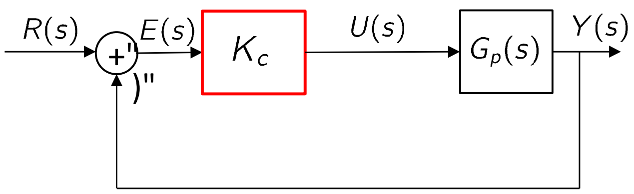
$$f\left(\frac{dF_A(t)}{dt}, F_A(t), u(t)\right) \approx \Delta\frac{dF_A(t)}{dt} + \frac{12}{2\sqrt{F_{A0}}}\Delta F_A(t) - 0.2\Delta u(t) = 0$$

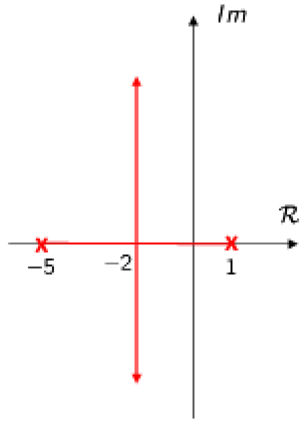
Aplicando Laplace a condiciones iniciales nulas,

$$(s+7.2)F_A(s) = 0.2U(s) \rightarrow \frac{F_A(s)}{U(s)} = \frac{0.2}{s+7.2}$$

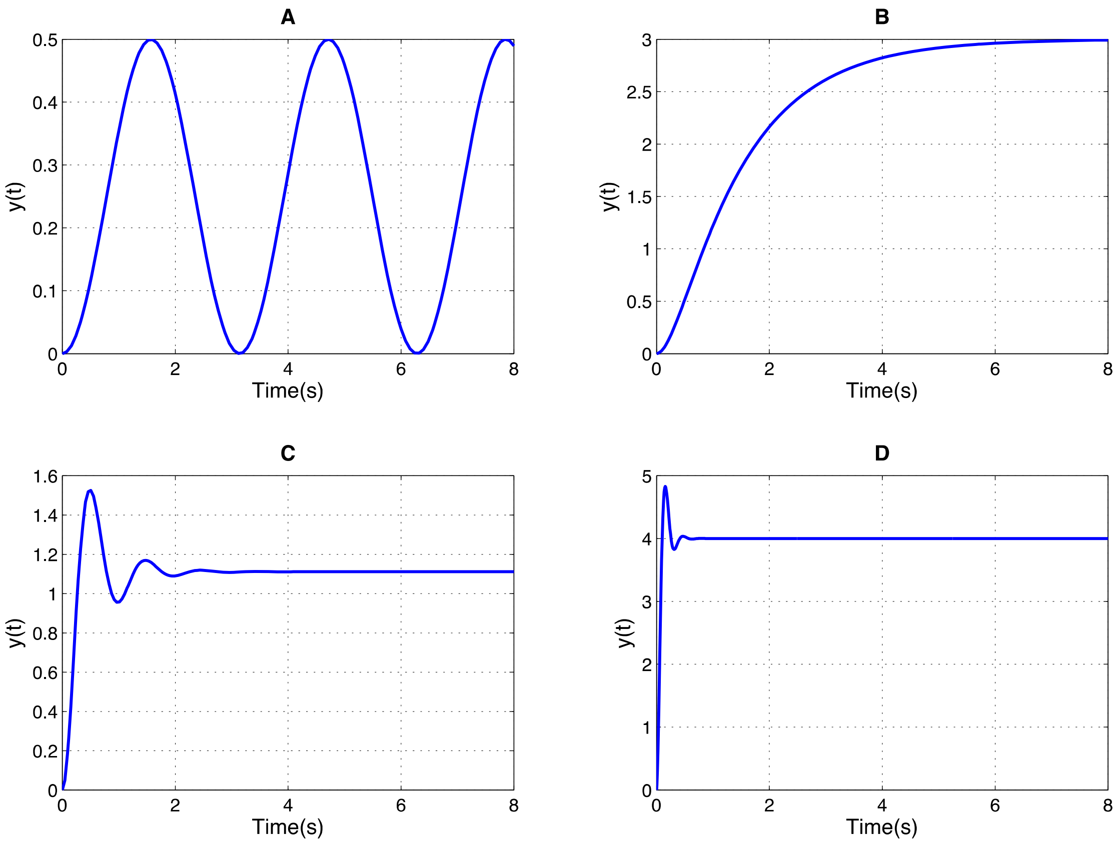
EJERCICIO 7

El diagrama de bloques representa un sistema de control basado en un control proporcional en el que se desea controlar una planta inestable $G_p(s)$. Se muestra también el lugar de las raíces del sistema realimentado, en función de K_c Tanto $G_a(s)$ como $G_p(s)$ tienen una ganancia estática unitaria.





CUESTIÓN 18.- Se introduce un escalón unitario en la entrada de referencia r(t). De entre las siguientes respuestas temporales y(t), ¿cuáles son posibles?



A) a y b

B) b y c

C) a y d

D) c y d

OPCIÓN B)

El lugar de las raices (LR) muestra la ubicación de los polos del BC del sistema en función de Kc. Por lo tanto, podemos saber cómo va a responder en cada uno de los casos el sistema.

Como es un sistema de segundo orden en BA también lo será en BC.

➔gráfico A: sistema críticamente estable, es decir, polos imaginarios puros. Por tanto, no es posible,
➔gráfico B: Corresponde a un sistema sobreamortiguado, es decir, con plos reales. Por tanto es posible.
➔gráficos C y D: Corresponde a un sistema subamortiguado, es decir, con polos complejos conjugados. En el lugar de las raices se ve que la respuesta puede ser subamortiguada, pero el tiempo de establecimiento de la OPCIÓN C) es menor (más lento) que el de la OPCIÓN D).

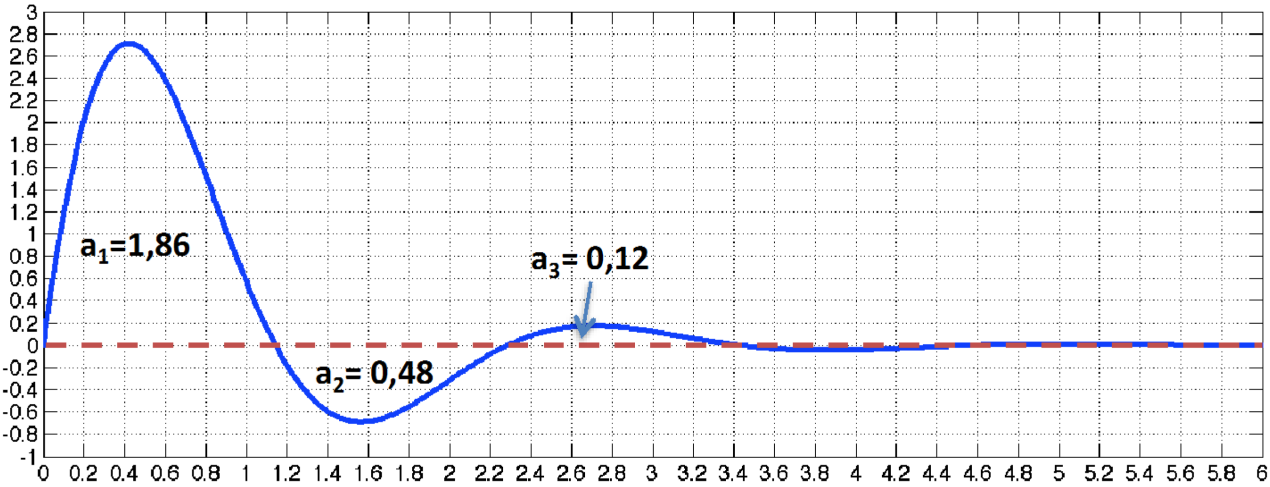
Del LR se observa que cuando los polos son complejos conjugados, la parte real es -2, y el tiempo de establecimiento es aproximadamente

$$t_{ss(\%5)} \approx \frac{4}{\delta\omega_n} = 2\ s$$

El gráfico D corresponde a un sistema subamortiguado con un tiempo de establecimiento menor que 2 segundos, más rápido, y el gráfico C sin embargo, se corresponde con un ts alrededor de 2s. Por tanto, D no son posibles.

EJERCICIO 8

En la figura se muestra el desplazamiento de un sistema mecánico cuando se aplica una fuerza en forma de escalón de amplitud 3.



CUESTIÓN 19.- Indique cuál de las siguientes funciones de transferencia representa su comportamiento dinámico.

A) $G(s) = \frac{4,5}{s^2+2,4s+9}$

B) $G(s) = \frac{9}{s(0,5s^2+1,2s+4,5)}$

C) $G(s) = \frac{9s}{0,5s^2+1,2s+4,5}$

D) $G(s) = \frac{4,5s}{s^2+2,4s+9}$

OPCIÓN D)

La gráfica se corresponde con la respuesta de un sistema de segundo orden a una entrada impulso. Sin embargo, como es a una entrada escalón y es igual a la respuesta impulso de un sistema de segundo orden, se puede deducir que el sistema tiene un derivador (es decir, un cero en el origen)

$$G(s) = \frac{K\omega_n^2 s}{s^2 + 2\delta\omega_n s + \omega_n^2}$$

Para identificar la función de transferencia del sistema cuya respuesta a una entrada impulso es la de la figura, utilizamos los datos:

$$y_{ssm} = \int_0^\infty y_i(t)dt = 1.86 - 0.48 + 0.12 = 1.5$$

$$y_p = \int_0^{t_p} y_i(t)dt = 1.86$$

Por tanto, la ganancia $K = \frac{\Delta y}{\Delta u} = \frac{1.5}{3} = 0.5$

Además,

$M_p = \frac{y_p - y_{ssm}}{y_{ssm}} = 0.24 \rightarrow \delta = 0.4$ y de la gráfica obtenemos $t_p = 1.15 = \frac{\pi}{\omega_n\sqrt{1-\delta^2}} \rightarrow \omega_n = 3\, rad/s$

Y si debe tener un derivador, sólo puede ser correcta la opción D)

Dado el sistema:

$$G(s) = \frac{0{,}5(\mathrm{s}+4{,}9)}{(\mathrm{s}^2+\mathrm{s}+1)(0{,}2\mathrm{s}+1)(0{,}1\mathrm{s}+1)}$$

CUESTIÓN 20: ¿Es posible encontrar una función de transferencia más simple que represente el comportamiento temporal del sistema de manera adecuada?

A) $\mathrm{G(s)} = \frac{0{,}5(\mathrm{s}+4{,}9)}{(\mathrm{s}^2+\mathrm{s}+1)(0{,}2\mathrm{s}+1)}$

B) $\mathrm{G(s)} = \frac{0{,}5(\mathrm{s}+4{,}9)}{(\mathrm{s}^2+\mathrm{s}+1)(0{,}2\mathrm{s}+1)0{,}1}$

C) $\mathrm{G(s)} = \frac{2{,}45}{(\mathrm{s}^2+\mathrm{s}+1)}$

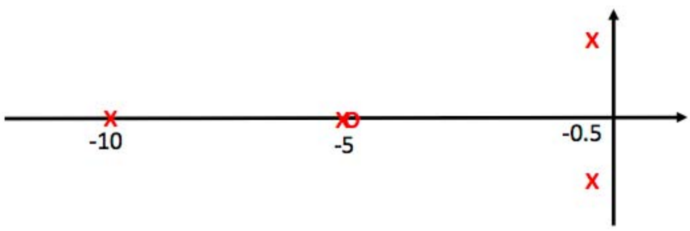
D) $\mathrm{G(s)} = \frac{0{,}05(\mathrm{s}+4{,}9)}{(0{,}2\mathrm{s}+1)}$

OPCIÓN C)

Expresando la FT de la siguiente forma,

$$G(s) = \frac{25(s+4.9)}{(s^2+s+1)(s+5)(s+10)}$$

Dibujando el diagrama de polos y ceros,



Como se ve, los polos dominantes son los polos complejos conjugados. Además, el polo en s=-5 y el cero en s= -4.9 pueden cancelarse, y el polo en s=-10 puede sustituirse por su ganancia estática al no ser dominante.

Por tanto,

$$G(s) = \frac{2.45}{(s^2+s+1)}$$

EJERCICIO 8

Para el sistema de control realimentado mostrado en la figura 1 se han obtenido las gráficas mostradas en las figuras 2, 3 y 4

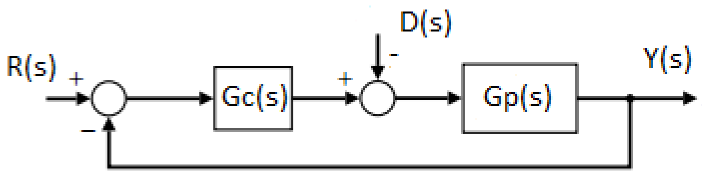


Figura 1: Sistema de control

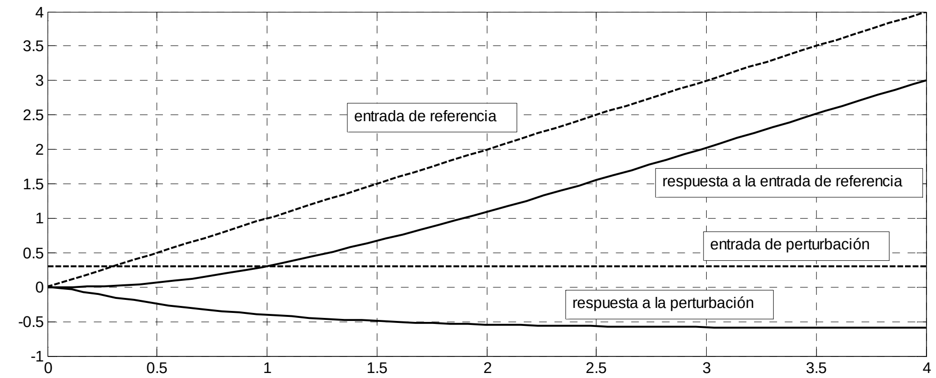


Figura 2: Respuesta del sistema a una entrada de referencia rampa y una perturbación escalón

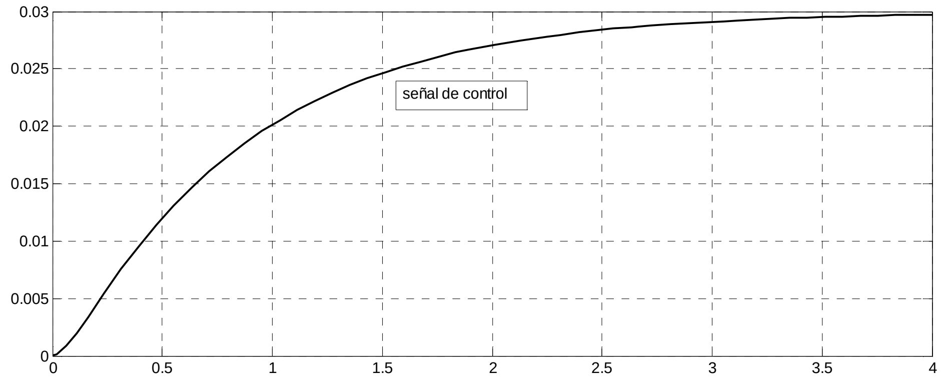


Figura 3: Señal de control

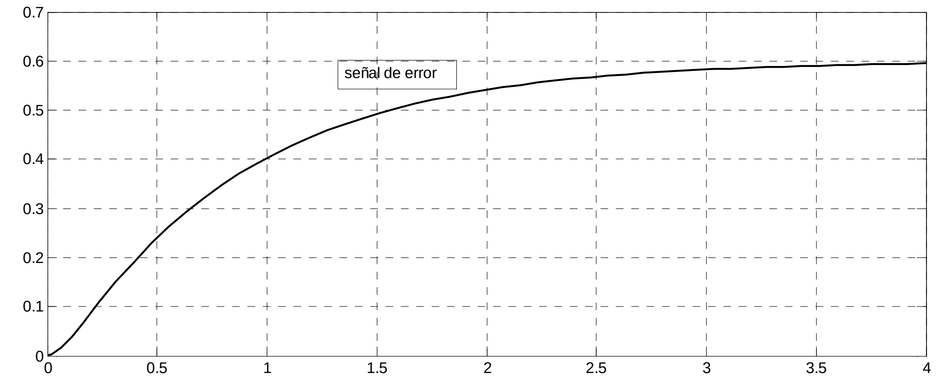


Figura 4: Señal de error

Cuestión 21: Señale la respuesta correcta

A) La planta tiene un polo en el origen

B) El controlador tiene un polo en el origen

C) Tanto la planta como el controlador tienen ambos un polo en el origen

D) Hay un polo en el origen, pero no puede saberse si está en la planta o en el controlador

OPCIÓN A)

De las figuras 3 y 4 (señal de error – entrada al controlador- y señal de control –salida del controlador-) se deduce que se trata de un controlador proporcional $G_c(s) = K_c$, ya que el controlador procesa el error y lo multiplica por una ganancia. Por lo tanto, el controlador no tiene ningún integrador en el origen.

Por otro lado, cuando la referencia R(s) es una rampa, la salida del sistema (gráfica 2) tiene un error constante, por tanto, el sistema en BA debe tener un integrador en el origen (sistema realimentado de tipo 1). Por tanto en el controlador no está el integrador, y sí lo está en la planta.

Cuestión 22: Señale la respuesta correcta

A) $\boldsymbol{K_v = 1}$

B) $\boldsymbol{K_v} < 1$

C) $\boldsymbol{K_v} > 1$

D) $\mathbf{1} < \boldsymbol{K_v} < 1$

OPCIÓN A)

En el gráfico 2 se puede observar que el error es 1 (salida a referencia). Por otro lado, al ser un sistema realimentado de tipo 1, ante una entrada R(s) rampa unitaria,

$$e_{ssv} = 1/K_v$$

Como la pendiente de la entrada R(s) es 1, y el error es 1, entonces Kv=1 tiene que ser 1.